

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-011333

(43)Date of publication of application : 14.01.2000

---

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

---

(21)Application number : 10-173695

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 19.06.1998

(72)Inventor : YAMAZAKI ATSUSHI

SAWAZAKI TATSUO

TANOGAMI SHUJI

---

(54) TUNNELING MAGNETO-RESISTANCE EFFECT ELEMENT AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a stable and high magneto-resistance effect and to provide a method for manufacturing an element of high MR ratio in a tunneling magneto-resistance effect element.

SOLUTION: (1) In the magneto-resistance effect element utilizing a tunnel effect of an insulator layer joint of a laminated body in which a first ferromagnetic body layer, an insulator layer and a second ferromagnetic body layer are laminated successively from a substrate side or the laminated body in which an antiferromagnetic body layer is further added thereto, an amorphous nonmagnetic metal is made to be present on a substrate surface where an element having  $\leq 2.5 \text{ \AA}$  surface roughness (Ra) value of a surface, to which the insulator layer of the first ferromagnetic body layer is joined or the laminated body is formed. (2) Roughness of a surface (Ra), on which the insulator layer of the first ferromagnetic body layer is formed, is made to be  $\leq 2.5 \text{ \AA}$ . Otherwise, the first ferromagnetic body layer is formed after the amorphous nonmagnetic metal is formed on the substrate, or the first ferromagnetic body layer is formed on the substrate by sputtering method. (3) Then the element is used as a reading-out part of the magnetic head.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-11333

(P2000-11333A)

(43)公開日 平成12年1月14日(2000.1.14)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テマコード(参考)

G11B 5/39

G11B 5/39

5D034

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平10-173695

(22)出願日 平成10年6月19日(1998.6.19)

(71)出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 山崎 篤志

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

(72)発明者 沢崎 立雄

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

(74)代理人 100083585

弁理士 穂上 照忠 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トンネリング磁気抵抗効果素子およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】トンネリング磁気抵抗効果素子において、安定して高い磁気抵抗効果を実現させ、高MR比の素子を製造する方法を提供する。

【解決手段】(1)基板側より順に第一の強磁性体層、絶縁体層および第二の強磁性体層の積層体、またはこれにさらに反強磁性体層が付加された積層体の、絶縁体層接合部のトンネル効果を利用する磁気抵抗効果素子において、第一の強磁性体層の絶縁体層が接合される面の表面粗さR<sub>a</sub>の値が、2.5Å以下である素子、または積層体を形成させる基板面にアモルファス非磁性金属を存在させた上記の素子。(2)第一の強磁性体層の絶縁体層を形成させる面の粗さを、R<sub>a</sub>にて2.5Å以下とする上記素子の製造方法。または、基板上にアモルファス非磁性金属を形成させた後、第一の強磁性体層を形成させるか、第一の強磁性体層をスパッタ法にて基板上に形成させる上記素子の製造方法。(3)上記素子を読み出し部とする磁気ヘッド。

体層が形成されていてもよい。反強磁性体層により、第二の強磁性体層の磁化方向が固定されるので、第一と第二の強磁性体の間に保磁力差が無い場合でも、磁気媒体などの外部磁場により第一の強磁性体層の磁化方向のみが反転し、トンネル電流をより確実に変化させることができる。反強磁性体としては、FeMn、IrMn、NiO、PtMn、NiMnなどの薄膜層を用いればよい。

【0025】基板の第一の強磁性体層を形成させる面に、非磁性のアモルファス金属層を形成させると、TMR素子のMR比を向上させることができる。これは、基板面に直接ではなく、アモルファス層を存在させて形成させることにより、第一の強磁性体層の表面粗さが2.5Å以下になるためと考えられる。アモルファスの金属としては、TaやHfなどを用いればよい。これら金属の基板上の膜厚としては、50Å以下が好ましい。これは、基板状に形成される膜厚が薄い場合はアモルファスであるが、厚くなると結晶化し、その効果がなくなるためである。

【0026】各層の形成方法としては、スパッタ法、電子ビーム蒸着法、真空蒸着法などが利用できる。しかし、第一の強磁性体層の形成にはスパッタ法が好ましい。スパッタ法を用いると、TMR素子のMR比が向上するからである。これは、スパッタ法では粒子のエネルギーが大きく、基板面に到達してから拡散が十分おこなわれ、再配列による表面の平滑化が十分に進むためと考えられた。この場合アモルファス層が無い場合でもTMR素子のMR比を向上させることができる。

【0027】

【実施例】〔実施例1〕ガラス基板の上にメタルマスクを用い、第一の強磁性体層として、磁場中にて厚さ200ÅのCoまたはCoFeを形成させ、その上に絶縁層として厚さ15ÅのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を真空蒸着し、さらに第二の強磁性体層として厚さ200ÅのFe膜を磁場中にて真空蒸着して、ジャンクション面が幅0.3mm、長さ0.3mmのTMR素子を作製した。なお、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の絶縁体層は、Alの真空蒸着時の自然酸化によって形成させた。

【0028】表1に、第一の強磁性体層の強磁性体、層の形成方法およびその表面粗さを示す。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を形成させる表面の粗さは、AFMにて1平方μmの面積における中心面平均粗さRaを測定した。得られたTMR素子により、10μAの電流にて、±100エルステッドの磁場を印加した場合のMR比も表1に合わせて示す。

【0029】この表の結果から明らかなように、本発明の、第一の強磁性体層の絶縁体層側の表面粗さRaが2.5Å以下であるTMR素子は、3.5%以上の良好なMR比を示している。

【0030】

【表1】

表 1

試験番号	第一の強磁性体			TMR素子のMR比(%)	備考
	強磁性体	膜形成法	表面粗さ(Ra)		
1	Co	真空蒸着	2.7	1.6	比較例
2	CoFe	真空蒸着	2.9	0.9	比較例
3	CoFe	DCスパッタ	1.8	3.8	本発明例
4	Co	DCスパッタ	2.5	3.6	本発明例
5	Co	真空蒸着	3.0	1.9	比較例
6	Co	DCスパッタ	2.2	4.0	本発明例
7	Co	イオンビームスパッタ	2.2	4.2	本発明例
8	CoFe	真空蒸着	2.7	1.7	比較例

【0031】〔実施例2〕メタルマスクを用い、ガラス基板に第一の強磁性体層として、厚さ200ÅのCo膜を磁場中にて形成させ、そこへ15Å厚のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の絶縁体層を真空蒸着し、その上に厚さ200ÅのFeの第二の強磁性体層、さらに反強磁性層として厚さ100ÅのIrMn層をそれぞれ磁場中スパッタ法により形成し、ジャンクション面が幅0.3mm、長さ0.3mmのTMR素子を作製した。その際に実施例1と同様Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を形成させる表面の粗さを測定し、得られたTMR素子のMR比を求めた。

【0032】表2に、第一の強磁性体層の形成方法、その絶縁層を形成させる面の表面粗さ、およびMR比の測定結果をあわせて示す。これらから明かなように、スパッタ法を用いれば、第一の強磁性体層表面の粗さはRaで2.5Å以下とすることができ、反強磁性体層による第二の強磁性体層の磁化方向固定と組み合わせることによって、著しく大きいMR比のTMR素子を製造することができる。

【0033】

【表2】

表 2

試験番号	第一の強磁性体			TMR素子のMR比(%)	備考
	強磁性体	膜形成法	表面粗さ(Ra)		
9	Co	真空蒸着	2.8	1.7	比較例
10	Co	DCスパッタ	1.8	8.6	本発明例
11	Co	真空蒸着	2.7	1.9	比較例
12	Co	DCスパッタ	1.9	9.0	本発明例
13	Co	真空蒸着	2.9	1.9	比較例
14	Co	DCスパッタ	2.4	6.0	本発明例

【0034】〔実施例3〕メタルマスクを用い、初めにAlTiC基板上にDCスパッタ法にて厚さ50ÅのTaを成膜し、アモルファス状態であることを確認後、磁場中でDCスパッタ法または真空蒸着法にて第一の強磁性体層の厚さ200ÅのCoを形成させた。表面粗さをAFMにて測定し、その上に15Å厚のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を形成させ、次いで磁場中にて第二の強磁性体層であるFeを200Å成膜し、幅0.3mm、長さ0.3mmのジャンクション面のTMR素子を作製した。比較のため、基板面にTaを成膜していないTMR素子も同時に同じ条件で作製した。得ら

れた素子は、上記実施例と同様、 $10\mu\text{A}$ の電流で $\pm 100$ エルステッドの磁場を印加しMR比を測定した。

【0035】結果を表3に示すが、基板上にアモルファス金属層を存在させることにより、絶縁体層を形成させる第一の強磁性体層の面の表面粗さを、真空蒸着法の場合でも十分なRa値にすることができ、スパッタ法では

さらに一層改善できることがわかる。そして、それによって高いMR比を有するTMR素子を安定して得ることができる。

【0036】

【表3】

表 3

試験番号	基板上アモルファス膜(Ta: 50Å)	第一の強磁性体			TMR素子のMR比(%)	備考
		強磁性体	膜形成法	表面粗さ(Ra)		
15	あり	Co	DCスパッタ	1.5	8.7	本発明例
16	なし	Co	DCスパッタ	1.8	8.6	本発明例
17	あり	Co	真空蒸着	2.3	4.5	本発明例
18	なし	Co	真空蒸着	2.9	1.9	比較例

【0037】

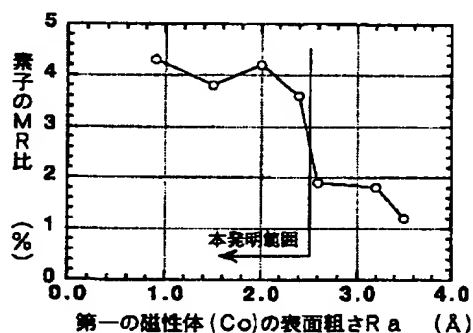
【発明の効果】本発明によれば、高いMR比を有するトンネリング磁気抵抗効果素子を容易に実現することができる。また従来、特性不良が多発するため、安定量産が困難であったが、本発明の方法を適用すれば、良製品を

歩留まりよく安定して製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第一の磁性体の表面粗さと、得られたトンネリング磁気抵抗効果素子のMR比との関係を示す図である。

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 田ノ上 修二

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住  
友金属工業株式会社内

Fターム(参考) 5D034 BA03 BA19 BA21 DA07